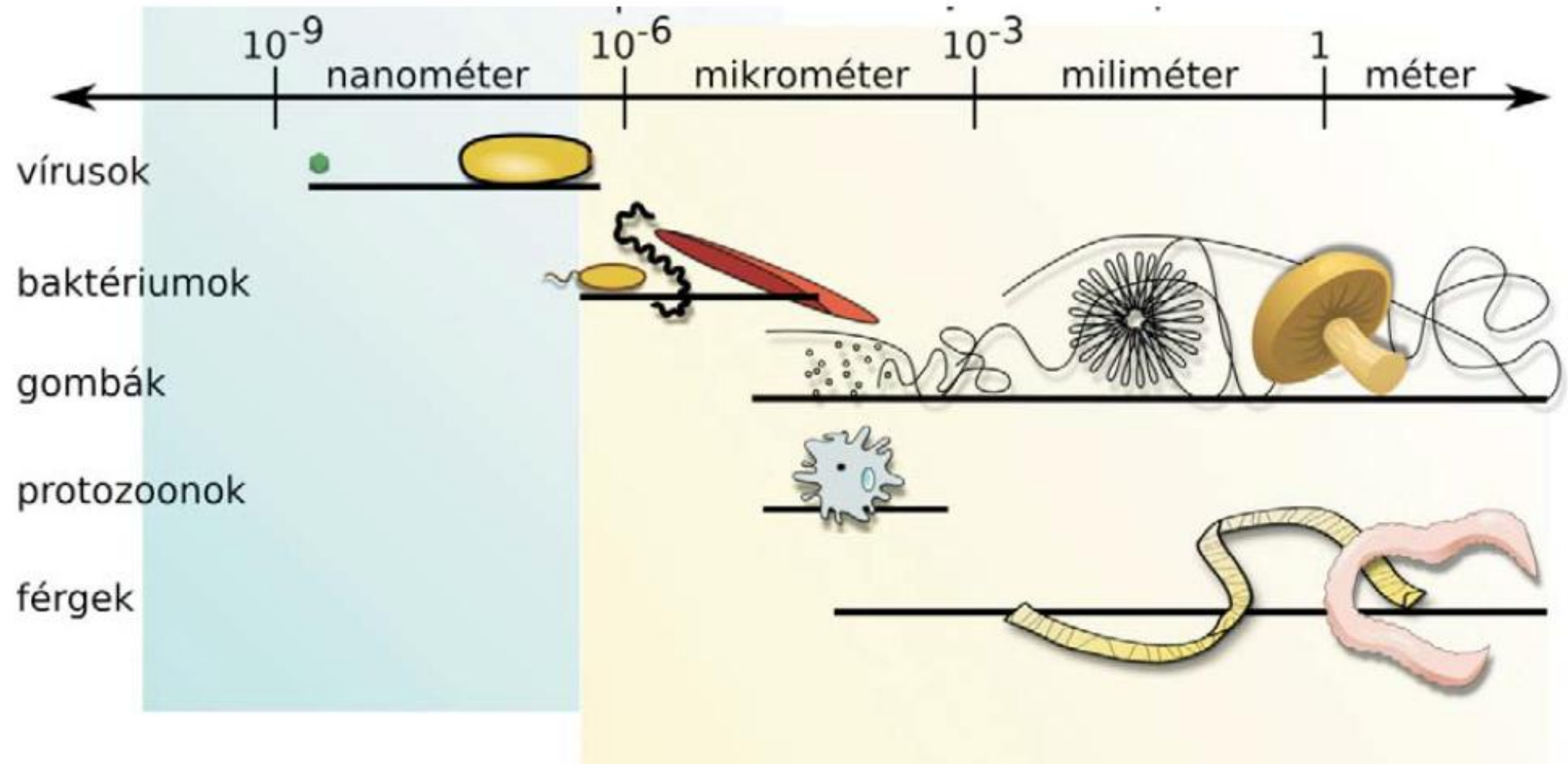


1.1. A mikrobiológia tárgya

A mikrobiológia a különböző mikroorganizmusok leírásával, jellemzésével foglalkozik. A Földön a környezetünkben több milliárdnyi mikroba él a legszélsőségesebb körülményekhez is alkalmazkodva. A mikrobák jelenléte környezetünkben nemcsak káros lehet, hanem számos jótékony hatással is bír pl. szerepük van a hulladék lebontásában, antimikrobás szerek termelésében, vakcinák előállításában stb.

Az orvosi mikrobiológia az emberben élő, illetve emberi megbetegedést kiváltó mikrobákkal foglalkozik. Ezen mikrobák mérete a nanométeres nagyságtól (pl. vírusok) a több méteresig is terjedhet (pl. laposférgek) (1.1. ábra). A mikrobák feloszthatóak a csak fehérjét tartalmazó **prionokra**; a **vírusokra**, melyek a fehérje mellett egyféle nukleinsavat is tartalmaznak, de önálló szaporodásra képtelenek; a **prokarióta**, már az önálló szaporodásra is képes baktériumokra; az egy sejtből álló eukarióta **protozoonokra**; a többsejtű eukarióta **férgekre** és hol egysejtű, hol többsejtű eukarióta **gombákra**.



A mikroorganizmusok a Földön rendkívül elterjedtek, létezésük nélkül a földi élet ma ismert formája lehetetlen lenne. A talaj legfelsőbb rétegének minden grammjában több milliárd baktérium, alga, protozoon és gomba található, számuk azonban a mélységgel arányosan csökken. Egy-két méter mélyen a talaj már gyakorlatilag csíramentes. A talajban elterjedt mikrobák a nitrogén- és szénkörforgalom mellett biztosítják a kén és a foszfor körforgalmát is, így a mikrobák nagy része hasznos, sőt bizonyos szempontból nélkülözhetetlen feladatokat lát el. A mikrobák más – gyakorlati – szempontból is jelentősek. Számos mikrobát alkalmaznak a gyógyszeriparban, segítségükkel számos gyógyszeralapanyagot, vitaminokat, enzimeket, szteroidokat vagy antibiotikumokat állítanak elő és jelen-

tős a szerepük élelmiszeripari termékek, élvezeti cikkek előállításában is. A ritka fémeket akkumulálni képes mikrobákat felhasználják az ércbányászatban és a mezőgazdaság is nyer azzal a képességükkel, hogy a nitrogénkötő baktériumok a pillangós növények gyökerein élve elősegítik a növények számára fontos nitrogén-tartalmú vegyületek képződését. Összességében nagyobb számban vannak olyan mikrobák, melyek számunkra hasznosak, mint a károsak. A jelenleg ismert, körülbelül 1500–2000 betegséget nem okozó baktériumfajjal szemben alig néhány tucat a betegséget okozók száma.

A fertőző betegségek már évezredek óta az emberiség történetében jelen vannak, ezeket számos korabeli dokumentáció is megerősíti pl. Biblia, egyiptomi papírusztekercsek.

A mikrobiológia korábban a „hagyományos fertőző betegségek” kórokozóinak kimutatásával, a kezelés és megelőzés lehetőségeivel foglalkozott. A védőoltások kifejlesztésével a járványos betegségek egy részét sikerült visszaszorítani több-kevesebb sikerrel, az antimikrobás szerek kifejlesztésével pedig számos fertőző megbetegedés kezelése vált lehetővé.

Az orvostudomány, az orvosi diagnosztika és a gyógyszeres kezelések robbanásszerű fejlődése, az átlagos emberi életkor jelentős megnövekedésével jár, ami az orvosi mikrobiológát is komoly kihívás elé állította. Az antimikrobás szerek széleskörű használatával párhuzamosan a rezisztencia is megjelent és széleskörben elterjedt. Új kórokozók kerültek felismerésre mint pl. *Helicobacter pylori*, *Borrelia burgdorferi*, HIV, SARS és MERS stb.

A modern orvostudomány megjelenésével, a modern kezelésekkel új betegcsoportok is megjelentek, mint például a transzplantált betegek és a fertőzéseik, a kórházi elsősorban intenzív osztályokon kialakuló fertőzések, a lélegeztetett betegek fertőzései, cukorbetegség lábfertőzése stb., melyek mind-mind külön entitás és korábban nem létező betegségek voltak.

A klinikai orvosi mikrobiológiai laboratórium hagyományos működése során azonosítja a klinikai mintákból a kórokozókat különböző tenyésztési és szerológiai módszerekkel. Az elmúlt évszázadban a mikrobák azonosítása elsősorban morfológiai, növekedési és biokémiai tulajdonságokon alapult, melyek nemcsak nehezen kivitelezhetőek, hanem időigényesek is voltak. Gondot okozhat egy mintában több, különböző tápigényű és számú mikroorganizmus jelenléte, a nehezen tenyészthető, speciális táptalajt igénylő és ritkán előforduló kórokozók kitenyésztése is. A molekuláris biológia az elmúlt 10 évben új utat nyitott a mikrobák gyors azonosítása és jellemzése terén többek között a 16S rRNS azonosítással.

Az orvosi mikrobiológia tárgy keretén belül az emberi kórokozók jellemzését, kimutatási és terápiás lehetőségeit tárgyaljuk meg.

A kórokozókat **veszélyességi szempontból** négy kategóriába sorolják. Ennek megfelelően a **laboratóriumokat** is négy csoportba tartoznak (biosafety level 1-4, BSL1-4). A besorolást szigorú nemzetközi és hazai előírások, rendeletek szabályozzák.

BSL-1

- A laboratóriumban a legszükségesebb eszközök találhatók meg: mikroszkóp, Bunsen-égő, oltókacs stb.
- A legtöbb oktató laboratórium ebbe a kategóriába tartozik.
- A laboratóriumban standard törzsekkel, apathogén mikrobákkal dolgozhatunk.
- Beteganyag és beteganyagból származó kórokozó feldolgozása, azonosítása nem itt történik.

BSL-2

- A laboratóriumban a legszükségesebb eszközök mellett lamináris box is megtalálható.
- A lamináris boxban steril munkavégzésre van lehetőség. A boxból a levegő HEPA filtereken keresztül távozik a környezetbe.
- Ebbe a kategóriába sorolt laboratóriumban beteganyagból származó minták is feldolgozásra kerülnek.
- Védőfelszerelés használata kötelező.

BSL-3

- A BSL-3 laboratórium berendezése mellett a helyiség falába beépített autokláv is megtalálható.
- A fertőző anyag csak hőkezelést követően kerülhet ki a laboratóriumból.
- Védőszemüveg, két köpeny, két gumikesztyű használata javasolt.

BSL-4

- Különösen veszélyes kórokozókkal foglalkoznak ezekben a laboratóriumokban.
- A munkavégzés túlnyomásos ruhában történik, külön levegőbevezető csövön.
- A munkaterületen negatív nyomást szükséges biztosítani.
- A munkaterületre a be és kijutást szigorú protokollok szabályozzák.
- A laboratóriumban párban dolgoznak, hogy vészhelyzet esetén egymást segíthessék.
- Az épület kialakítása is rendkívül bonyolult.

1.3. A fertőző betegségek mikrobiológiai diagnosztikája

1.3.1. Vizsgálati anyagok vétele, szállítása

Fertőzés gyanúja esetén a kórokozó azonosításának, a kóroki diagnózisnak és a célzott kezelésnek alapja a megfelelő anatómiai helyről, a szakma szabályai alapján levett és megfelelő körülmények között a mikrobiológiai laboratóriumba szállított minta.

Vizsgálati anyagok vétele

A vizsgálati mintákat steril, műanyag, törhetetlen eszközökkel kell levenni és a lehető leghamarabb a laboratóriumba szállítani. Mintavétel során ügyelni kell az aszepszis szabályainak betartására, hogy se a minta ne kontaminálódjon, se a beteg, se a mintát vevő személyzet ne fertőződjön.

A vizsgálati minta származhat normális körülmények között **steril helyről**, ilyen például a liquor vagy a vér. Ebben az esetben elengedhetetlen, hogy mintavétel előtt a bőrt fertőtlenítsük, és a mintavétel a sterilitás szabályainak betartásával történjék, hogy elkerüljük a minta normál flórával történő kontaminációját, amely félrevezető mikrobiológiai eredményhez és téves kezeléshez vezethet.

Normál flórával rendelkező testtájakról vett minta, például torok minta esetén számolnunk kell a várhatóan jelen lévő, ártalmatlan baktériumokkal, közöttük kell a potenciálisan kórokozó fajokat megtalálni és azonosítani.

A mintát kísérő **vizsgálatkérő lapon** szerepeljen a beteg neve, lakcíme, azonosító adatai, valamint a beküldő intézmény és orvos neve, elérhetősége. A kísérőlapon legyen pontosan feltüntetve a mintavétel ideje, helye, például sebváladék küldése esetén a seb anatómiai helye, és az is, hogy felületes vagy mély sebről van-e szó. A kezelő orvos jelezze, hogy milyen vizsgálat elvégzését kéri a mintából. Szerepeljen a vizsgálatkérő lapon a klinikai diagnózis, vagy az, hogy milyen betegség gyanúja miatt kéri a vizsgálatot, az esetlegesen alkalmazott antibiotikum-terápia és a beteg immunstátusza. A mintát tartalmazó eszközön is szerepeljen egyértelműen a beteg neve, azonosítószáma.

A minták vételére és szállítására számos eszköz áll rendelkezésre. Ezek egy része csak a minta tárolására szolgál, ilyen például a vizeletes pohár.

Transzport közegnek azokat a mintaszállító rendszereket nevezzük, amelyek a szállítás során megőrzik a mikrobák eredeti arányát. Ilyen például a Stuart- vagy Amyes-közeg: a minta vételére szolgáló steril mintavevő pálcát a kenet levétele után a zselés állagú transzport közegbe kell süllyeszteni és abban szállítani **(1.3. ábra)**. Ez megóvjja a mintában jelenlévő kórokozókat a kiszáradástól, javítja a túlélésük esélyét. Ugyanakkor a baktériumok nem szaporodnak benne, így vegyes, több fajhoz tartozó baktériumot tartalmazó minta esetén sem fogja egy gyorsan növő faj túlnőni, elnyomni a lassabban szaporodóakat.

Az így levett minta szobahőmérsékleten 24–48 óráig tárolható, hűteni nem szabad.



1.3. ábra. Pálcás mintavevő és aktív szenes transzport közeg (Amyes)

Transzport táptalajnak azokat a mintaszállító eszközöket nevezzük, amelyekben a mintából származó baktériumok már szállítás közben is szaporodhatnak. Ilyen például a hemokultúrák palack vagy az uricult táptalaj.

Vér vétele tenyésztésre – a hemokultúra

Véráramfertőzés gyanúja esetén, illetve más súlyos, szisztémás fertőzésekben, például tüdőgyulladásakor vért kell venni és küldeni tenyésztésre. A vér fiziológiásan steril, baktériumokat nem tartalmaz, így minden igazolhatóan innen származó baktérium kórokozónak tekintendő.

Mikor vegyünk vért tenyésztésre?

Szeepszis gyanúja esetén mielőbb, lehetőleg azonnal, 1–2 órán belül 3 vérminta vétele szükséges. Lehetőség szerint a láz emelkedő szakaszában, a hidegrázás alatt, illetve antibiotikum-kezelés esetén az esedékes következő antibiotikum-adag beadása előtt kell vért venni tenyésztésre.

Hogyan?

A vér vétele zárt vérvételi szere-
léken keresztül, közvetlenül a
steril folyékony táptalajt tartal-
mazó hemokultúra palackba
(1.4. ábra) történik. Ehhez friss
vénapunkció szükséges. A min-
tavétel helyét dezinficiálni kell,
utána a fertőtlenített bőrt már ne
érintsük meg. A fertőtlenítő szer
behatási idejének lejártá után ve-
hető le a vérminta. A hűtve tárolt
hemokultúrás palackot beoltás
előtt 37 °C-ra vagy legalább szo-
bahőmérsékletre hagyni kell fel-



1.4. ábra. Aerob és anaerob hemokultúra palackok

melegedni. Katéteren keresztül vett vér csak katéterfertőzés gyanúja ese-
tén küldhető. Ebben az esetben magát a fertőzés gyanús vénás katétert is el-
 kell távolítani és beküldeni tenyésztésre, és ezzel egy időben perifériás
vénából vett vért is kell küldeni. Mintavétel után a palackot össze kell ráz-
ni, hogy a levett vér és a folyékony táptalaj elkeveredjen. A beoltott palack
szobahőmérsékleten szállítandó a laboratóriumba, hűteni tilos.

Mennyi vért vegyünk?

Egy hemokultúrázás palackba a szereléken keresztül az előírt mennyiségű vér kerül leszívásra. Minden alkalommal egy pár hemokultúra palackot, azaz egy aerob és egy anareob körülményeket tartalmazó palackot kell beoltani. Ezt 20–30 perc múlva még kétszer meg kell ismételni, tehát 1–2 óra leforgása alatt 6 palack vért venni a betegtől. Erre azért van szükség, mivel a baktériumok koncentrációja, csíraszámuk nem állandó a vérben, a többször ismételt vérvétel segítségével nagy eséllyel sikerül kitenyészteni a vérben még súlyos szepszis esetén is viszonylag alacsony számban megtalálható baktériumokat. Csecsemőktől, gyerekektől való mintavételre speciális, kisebb méretű gyermekgyógyászati hemokultúra palackok állnak rendelkezésre, amelyekbe kevesebb vért kell venni.

A liquor vétele

Meningitis gyanúja esetén lumbálpunkcióval, steril körülmények között vett liquormintát kell a laboratóriumba küldeni antigén-meghatározásra, mikroszkópos vizsgálatra és tenyésztésre. A mintát steril, csavaros vagy gumidugós tetejű csőben (nem papírdugósban) haladéktalanul el kell juttatni a laboratóriumba.

Felső légúti minták

Az orr, a torok és a száj nyálkahártyájáról steril mintavevő pálcával vehető minta. Fontos, hogy a kórosnak tűnő elváltozásból (lepedék, genny-csap) vegyük a mintát, és kerüljük a környező, gazdag normál flórával rendelkező ép szájnálkahártyát, nyelv érintését a mintavevővel. Torokgyulladás esetén a tonsillák területéről, illetve a hátsó garatfalról kell mintát venni (1.5. ábra).



Alsó légúti minták

Produktív köhögéssel járó fertőzés, tüdőgyulladás és tuberculosis gyanúja esetén a mélyről jövő, lehetőleg reggeli **köpetet** csavaros tetejű vizeletes pohárban lehet beküldeni a laboratóriumba. Pneumonia gyanúja esetén hemokultúrát is érdemes venni a betegtől.

Indokolt esetben **invazív módszerekkel** is nyerhető alsó légúti minta, ilyen a légutak leszívásával nyert endotrachealis aspirátum, a bronchoszkópia során vett minták, a bronchusmosó folyadék (BAL: broncho-alveolaris lavage) és a védett kefés minta. Az így kapott mintákat steril edényben lehet a mikrobiológiai vizsgálatra küldeni.

Gyomor és bélrendszeri minták

A **gyomor** *Helicobacter pylori* fertőzésének gyanúja esetén gyomortükrözés során vesznek biopsziás mintát, amelyet transzport közegben lehet feldolgozásra küldeni.

A **vékonybélből** duodenumszondával vehető aspirátum például *Giardia lamblia* fertőzés igazolására **(1.6. ábra)**.



1.6. ábra. Duodenumszonda

A bélrendszer fertőzéseinek azonosítása leggyakrabban **széklet**mintából történik. A különböző (bakteriális, vírusos, parazitás) enterális fertőzések diagnosztikáján kívül a bél normál flórájának eltéréseit és a kórokozók tünetmentes hordozását (pl. *Salmonella*) is székletmintából vizsgálhatjuk. A széklet vizsgálata bizonyos foglalkozásban dolgozók, így egészségügyi személyzet, kisgyermeknevelők, közétkeztetésben dolgozók számára kötelező.

Székletmintát többretegű műanyag széklettartó edényben **(1.7. ábra)** lehet küldeni. A mintavétel a széklet makroszkóposan kórosnak tűnő, nyá-

kos, gennyes, véres, a WC falával nem érintkező részéből történjen. A legbelső mintatartó edényt a mintával 2/3-ig meg kell tölteni. A székletmintát 4 órán belül a laboratóriumba kell szállítani, ha ez nem lehetséges, akkor a minta 4 °C-on tárolandó.



1.7. ábra. Széklettartály

Protozoon- és féregfertőzés vizsgálatára háromszor, 3 egymást követő alkalommal ürített székletet kell küldeni. Ha a székletben szabad szemmel féreg látható, azt is el kell küldeni laboratóriumi azonosításra.

Cérnagiliszta (*Enterobius vermicularis*) fertőzöttség vizsgálatára celluxos mintavételt használunk a féreg petéinek kimutatására. A beteg perianalis tájékára hagyományos öntapadó celluxcsíkot kell ragasztani, majd azt a bőrről lehúzva tárgylemezre ragasztani és ezt küldeni a laboratóriumba mikroszkópos vizsgálatra.

Vizelet

Vizelet mikrobiológiai tenyésztésére a reggeli első, mosakodás után ürített, középsugaras vizelet a legalkalmasabb. Ilyenkor a vizelet legelső, a húgycsőnyílás környékét kontamináló baktériumokat tartalmazó porcióját a beteg a WC-be üríti, a vizeletsugár középső, a hólyag baktériumtalmát reprezentáló részét fogja fel a steril, műanyag, csavaros tetejű vizeletes pohárban **(1.8. ábra)**. A minta ebben az edényben, szobahőmérsékleten vagy hűtve küldhető a laboratóriumba.

Kisgyermekeknél a genitáliák környékére ragasztott vizeletgyűjtő zacskóba vagy hólyagpunkcióval nyerhető vizelet.



1.9. ábra. Uricult transzport táptalaj használata (az ábra forrása a gyártó honlapja)

Sebváladékok

Nyílt sebek felszínéről a váladékot, gennyet steril mintavevő pálcával letörölve, zselés transzport közegben lehet küldeni. Száraz felszínű elváltozásokról történő mintavételhez a mintavevőpálcát nedvesítsük meg mintavétel előtt steril fiziológiai sóoldattal.

Zárt felszínű, mély sebek vagy tályogok esetén a tűaspirációval vagy műtéti feltárás során vett mintát steril fecskendőben, szobahőmérsékleten lehet küldeni. Ilyen esetekben felmerülhet az anaerob fertőzés gyanúja is. Az anaerob tenyésztésre szánt mintákat anaerob módon kell tárolni és küldeni, lezárt fecskendőben vagy a váladékot anaerob hemokultúra palackba fecskendezve.

Genitális minták

Nőknél a hüvely fertőzéseinek azonosítása a hüvelyből steril mintavevő pálcával vett, transzport közegben küldött mintából történik. A méhnyak csatorna területéről keféss mintavevővel (1.10. ábra) nyerhető hámsejteket is tartalmazó minta a vírusok és az intracelluláris kórokozók kimutatására. A hüvelyből és a cervixből vett mintát tárgylemezre is kenjük ki és ezt is küldjük a laboratóriumba mikroszkópos vizsgálatra. Endometritis és a kis-medence gyulladásai esetében az anaerob módon vett aspirátum fecskendőben vagy anaerob transzport közegben küldhető.

Ha várandós nőtől vették a mintát, akkor ezt jelezni kell a vizsgálatkérő lapon.



1.10. ábra. Kefés mintavevő

Férfiaknál urethritis, prostatitis esetén steril mintavevő pálcával vagy keféss mintavevővel vett váladékot és ejakulátumot lehet tenyésztésre küldeni. Orchitis, epididymitis kórokozóinak azonosítása fecskendőbe vett punktátumból vagy műtéti mintából történhet.

Speciális, hagyományos mikrobiológiai módszerekkel nem vizsgálható genitális kórokozók a Mycoplasmák és az Ureaplasmák. Ezek vizsgálata tamponnal vett, speciális transzportcsőben küldött mintából történhet. Másik lehetőség a keféss végű mintavevővel vett kaparékok direkt immunfluoreszcens (DIF) vizsgálata, amihez a mintát speciális tárgylemezre kell kikenni és ezt küldeni a laboratóriumba. A cervix- vagy húgycsőváladékokból speciális mintavevővel a gyártó által javasolt transzportfolyadékba vehető minta direkt ELISA vagy PCR vizsgálatokhoz is.

Szemészeti minták

Conjunctivitis esetén steril mintavevő pálcával a conjunctiváról vett minta, keratitis gyanújakor corneakaparék küldhető mikrobiológiai vizsgálatra. Kontaktlencse asszociált fertőzéseknel a lencsetároló doboz és tároló folyadék is beküldhető.

Virológiai vizsgálatra szánt minták

Akut légúti vírusfertőzések kimutatása steril mintavevő pálcával vett légúti mintákból történik. A levett garattörletet vírus transzport közegbe (VTM) kell belemosni **(1.11. ábra)**. Ez a folyékony közeg puffereket, fehérjéket és antibiotikumokat tartalmaz. Szállítás alatt a mintákat 4 °C-on kell tartani.



1.11. ábra. Vírus transzport médium (VTM) és mintavevő pálca

Vérből történő vírusnukleinsav kimutatáshoz teljes vért vagy savót 4 °C-on 4 órán belül el kell juttatni a laboratóriumba. Ha erre nincs lehetőség, fagyasztott savót lehet küldeni.

Vér vétele szerológiai vizsgálatra

Szerológiai vizsgálatokhoz 5 ml natív, alvadásgátló nélküli vérminta szükséges (1.12. ábra). Savópár vizsgálatával az ellenanyagok szintjének változása követhető nyomon, ehhez az első vérmintát a betegség akut szakaszában, a másodikat általában 2 héttel később kell küldeni szerológiai vizsgálatra.

Vér vétele a vérben élő paraziták kimutatására

Malária gyanúja esetén a betegtől vett vérből egy tárgylemezre vastagcseppet, egy másik tárgylemezre pedig vérkenetet szükséges készíteni. A laboratóriumban ezeket Giemsa-festés után mikroszkóppal vizsgálják.



1.12. ábra. Vértételes cső szerológiai vizsgálathoz

A minta tárolása, szállítása

A minta levétel után a lehető legrövidebb idő alatt érkezzen meg a laboratóriumba, a minta hosszas tárolása, szállítása alatt az érzékeny kórokozók elpusztulhatnak, a kevésbé igényes baktériumok pedig túlnőhetnek másokat, ezáltal félrevezető eredmény születhet.

A bakteriológiai vizsgálatra vett mintákat általában szobahőmérsékleten lehet tárolni és küldeni. A transzport közegbe vett minta szobahőmérsékleten 48 óráig tárolható. A hemokultúra palackokat szállításig érdemes termosztátban, 37 °C-on tárolni, ha ez nem megoldható, akkor szobahőmérsékleten. ***Liquormintát és beoltott hemokultúra palackot hűtőszekrénybe tenni tilos!***

A székletet, vizeletet tartalmazó tartályok és a virológiai vizsgálatra vett minták 4 °C-on tárolhatók.

Ügyelni kell arra, hogy a vizsgálati mintát tartalmazó edények, eszközök jól záródjanak, kívülről ne legyenek kontamináltak a minták szállítását, feldolgozását végzők fertőzésének megelőzésére.

1.3.2. A minták feldolgozása, a mikrobiológiai diagnosztika módszerei

Bakteriológiai és mikológiai vizsgálatok

Mikroszkópos vizsgálat

Bizonyos minták, például liquor esetében, a beérkező minta azonnal mikroszkópos vizsgálatra kerül. Ilyenkor a beküldött mintát tárgylemezre kenik, fixálják, megfestik például Gram-festéssel, és fénymikroszkóppal vizsgálják. Mikroszkópos vizsgálattal gyorsan, kb. 10 perc alatt megállapítható lehet a mintában található kórokozó típusa (pl. baktérium vagy gomba), festődése (Gram-pozitív vagy negatív), alakja (pl. coccus vagy pálca). Ez az előzetes információ segíthet a megfelelő terápia megkezdésében, de a kórokozó pontos azonosításához, antibiotikumok iránti érzékenységének megállapításához mindenképpen szükség van az időigényesebb tenyésztésre is.

Sok esetben az azonnali mikroszkópos vizsgálat nem ad megfelelő eredményt, mert a kórokozók általában viszonylag alacsony csíraszámban vannak jelen a klinikai mintákban. Ezért a legtöbb minta esetében a laboratóriumban először tenyésztést végeznek, a mikroszkópos vizsgálat a már szilárd táptalajon telepek formájában, vagy a hemokultúra esetében folyékony tápoldatban kitenyésztett kórokozók azonosításában játszik szerepet.

Tenyésztés

A bakteriológiai vizsgálatra küldött mintákat a laboratóriumban általános táptalajokra (lemezagar, véres agar, csokoládé agar, eozin-metilénkék táptalaj) kioltják és termosztátba helyezik. Ha a beküldő speciális kórokozó irányában kér vizsgálatot, akkor annak megfelelő speciális táptalajokra is kioltják a mintát (pl. tuberculosis gyanúja esetén Mycobacterium-táptalajok, legionellosis gyanújakor BCYE-buffered charcoal yeast extract-táptalaj stb.)

A leggyakoribb kórokozó baktériumok egy éjszakán át 37 °C-on, termosztátban (1.13. ábra) történő inkubálás után szabad szemmel látható telepeket képeznek a szilárd táptalajok felszínén, de bizonyos baktériumok esetében ez az idő hosszabb lehet.

A folyékony táptalajt tartalmazó hemokultúra palackok inkubálása hemokultúra automatákban történik, kioltás szilárd táptalajra a gép által pozitívnak jelzett mintákból történik (lásd korábban).



1.13. ábra. Termosztát



A kórokozók identifikálása

A kitenyésztett baktériumok azonosítása a színtenyészetben, telepek fomájában kinőtt kórokozók baktériumok mikroszkópos vizsgálattal, biokémiai próbákkal, szerológiai tesztekkel történő vizsgálatával történik. A kitenyésztett telepekből azok identifikálása érdekében molekuláris vizsgálatok (MALDI-TOF, PCR) is elvégezhetők.

Antibiotikum-érzékenység meghatározása

Az azonosított, identifikált baktériumok antibiotikumok iránti érzékenységét általában korongdiffúziós módszerrel határozzák meg, lásd →2.3.5. fejezet. A sarjadzó gombák antimikotikumok iránti érzékenységét (minimális inhibitor koncentráció) MIC-érték alapján állapítják meg.

A biokémiai próbák és az antibiotikum-érzékenységi vizsgálat is legalább egy éjszakai inkubációt igényelnek.

A bakteriológiai vizsgálat eredménye

A mintát beküldő orvosnak visszaküldött leleten általában a mintából kitenyésztett baktérium(ok) neve, antibiogramja = antibiotikumok iránti érzékenysége és bizonyos esetekben a baktériumok csíraszámáa szerepel.

A leggyakoribb mikrobiológiai vizsgálatok időigényét a **1.1. táblázat** foglalja össze.

1.1. táblázat Mikrobiológiai vizsgálatok átlagos időigénye

Kért vizsgálat	Átlagos eredmény-kiadási idő
Gyorstesztek	1 órán belül
Aerob tenyésztés	3–5 nap
Anaerob tenyésztés	7–10 nap
Mycobacteriumok tenyésztése	6–8 hét
Fonalias gombák tenyésztése	4 hét
Szerológiai vizsgálatok	2–7 nap

Viológiai diagnosztika

Vírusok azonosítása a beküldött mintákból történhet azok szövetkultúrára való **tenyésztésével**, a vírusoknak vagy azok ellen termelődött ellenanyagok **szerológiai** módszerekkel történő kimutatásával, vagy a vírusok **molekuláris módszerekkel**, pl. PCR-rel történő azonosításával.

Parazitológiai diagnosztika

A bélben és a hüvelyben élősködő protozoonok esetén diagnosztikájuk alapja a kórokozó mikroszkópos kimutatása a székletből vagy a hüvelyváladékból.

Enteralis féregfertőzések azonosítása székletmintából a féregpeték mikroszkópos vagy a kifejlett férgek makroszkópos morfológiai identifikálása alapján történik.

Szövetek között élősködő protozoonok és férgek jelenléte az ellenük termelődött antitestek szerológiai módszerekkel való kimutatásával igazolható. Bizonyos esetekben (pl. malária) magát a kórokozót mutatják ki a vérből mikroszkópos vizsgálattal.